

**STUDI PENURUNAN BOD DAN PHOSPAT PADA AIR BUANGAN RUMAH
MAKAN DENGAN TEKNOLOGI BIOFILM
ANAEROB - AEROB MENGGUNAKAN BIORING SUSUNAN RANDOM
(Studi Kasus : Warung Bakso Krebo Banyumanik)**

Veronica Susan Purba, Sri Sumiyati, S.T, M.Si, Ir. Irawan Wisnu Wardana, MS
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang
email: Veronicabm.purba@gmail.com

Abstract : *Waste water treatment with submerged attached growth processes (biofilm processes) using microorganism to eliminate organic material is commonly used for organic waste water. Anaerobic-aerobic combination system can maximize the treatment efficiency. The major advantages of submerged attached growth process are their relatively small space requirement, the ability to effectively treat dilute wastewater, no sludge settling issues, also for many processes solids filtration occurs to produce a high quality effluent. This research using submerged attach growth installation on laboratory scale with five variation of time such as 340 minute, 680 minute, 1360 minute, 2266 minute, and 3400 minute. The treatment can decreased BOD 6,8% in 340 minutes, 41,56% in 680 minutes, 57,49% in 1360 minutes, 76,72% in 2266 minutes and 85,25% in 3400 minutes. It also reduced Phospat 14,22% in 340 minutes, 16,56% in 680 minutes, 43,19% in 1360 minutes, 44,67% in 2266 minutes and 68,54% in 3400 minutes.*

Keywords : *Submerged attached growth, biofilm, BOD, Phospat, anaerobic-aerobic*

PENDAHULUAN

Rumah makan merupakan salah satu sumber yang menghasilkan limbah cair domestic yang memiliki kontribusi menimbulkan pencemaran badan air jika tidak diolah terlebih dahulu. Sumber pencemar yang terkandung di dalam limbah rumah makan yaitu diantaranya adalah sisa kuah bakso yang mengandung zat organik (BOD, COD) didalamnya, dan air bekas pencucian alat masak dan makan. Selain itu penggunaan deterjen untuk membersihkan peralatan makanakan memberikan kontribusi terhadap peningkatan konsentrasi phospat dalam badan air yang dapat

menyebabkan eutrofikasi pada badan air.

Terdapat banyak metode pengolahan limbah seperti pengolahan secara fisik, kimawi dan biologis. Pengolahan secara biologis merupakan pengolahan metode yang tepat untuk mengatasi sumber pencemar organik seperti limbah cair rumah makan. Pengolahan biologis dengan teknologi biofilm cocok digunakan untuk mengolah air buangan domestic untuk menurunkan konsentrasi buangan dengan biaya yang relative murah serta operasi dan pemeliharaannya yang sederhana.

*) Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

STUDI PUSTAKA

Air Buangan Rumah Makan

Air buangan rumah makan berasal dari proses pencucian alat masak dan (makanan, serta proses pengolahan makanan / minuman. Limbah ini tergolong kedalam limbah cair domestik. (Warlina dalam widyaningsih, 2011:34) Bahan buangan yang biasanya terdapat dalam limbah rumah makan adalah bahan buangan organik dan olahan bahan makanan / minuman. Bahan Buangan Organik umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme.

Selain bahan buangan organik, air buangan rumah makan juga mengandung bahan buangan kimia, seperti sabun, deterjen dan bahan pembersih lainnya.

Biofilm

Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilm atau biofilter tercelup dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang didalamnya diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. (Kementrian Kesehatan RI, 2011:24)

Kondisi anaerob-aerob

Lingkungan aerob yaitu lingkungan dimana kadar oksigen terlarut (DO) didalam air terdapat cukup banyak, sehingga oksigen merupakan faktor pembatas. Lingkungan anaerob merupakan kebalikan dari aerob, yaitu pada lingkungan ini tidak terdapat oksigen terlarut atau ada dalam

konsentrasi yang sangat rendah, sehingga oksigen menjadi faktor pembatas berlangsungnya proses metabolisme aerob.

Pengolahan air limbah dengan proses Biofilter Anaerob-Aerob adalah proses pengolahan air limbah dengan cara menggabungkan proses biofilter anaerob dan proses biofilter aerob.

Mekanisme Pengolahan limbah dengan biofilm pada bioring

Banyaknya pori yang terdapat pada bioring membuat bioring memiliki luas permukaan yang tinggi yang berguna bagi bakteri untuk berkoloni, yang memungkinkan air masuk ke dalam pori dengan mudah. Faktanya hampir pada setiap permukaan yang terpapar cairan dan nutrisi akan ditumbuhi mikroorganisme (Dearcon, 1997). Dalam sistem biologi, mikroorganisme menggunakan limbah untuk mensintesis bahan seluler baru dan menyediakan energi untuk sintesis (Sani, 2006).

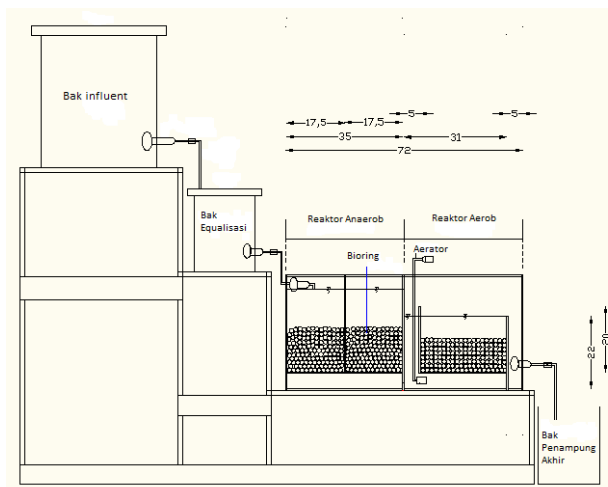
Senyawa polutan yang ada di dalam air limbah misalnya senyawa organik (BOD, COD), ammonia, phosphor dan lainnya akan terdifusi ke dalam lapisan atau film biologis yang melekat pada permukaan medium. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen yang terlarut didalam air limbah senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada didalam lapisan biofilm dan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomassa.

Keunggulan proses biofilm

Pengolahan air limbah dengan proses biofilm mempunyai beberapa keunggulan antara lain Pengoperasiannya mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit, dapat digunakan untuk pengolahan limbah dengan konsentrasi rendah maupun tinggi, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi, dan pengaruh penurunan suhu terhadap pengolahan kecil.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium untuk mengetahui efisiensi penyisihan BOD dan phospat. Limbah yang digunakan berasal dari Warung Bakso Pak Krebo, Banyumanik, Semarang. Jangka waktu dalam penelitian ini adalah 27 hari yaitu 2 hari proses seeding secara batch 17 hari proses seeding secara continyu dan dan 8 hari running dengan 5 variasi waktu tinggal. Penelitian ini dimulai pada tanggal 19 Agustus 2013.



Perhitungan dimensi reaktor

1. Biofilter Anaerobik

$BOD_{\text{Masuk Biofilter}} = 260,15 \text{ mg/L}$

Efisiensi = 60 % (Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. Said, 2002)

$BOD_{\text{Keluar Biofilter}} = 260,15 \text{ mg/L} - (0,6 \times 260,15 \text{ mg/L}) = 104,06 \text{ mg/L}$

$Q_{\text{rata-rata}} = 50 \text{ ml/menit}$
 $= 0,072 \text{ m}^3/\text{hari}$

Beban BOD per volume media untuk biofilter standar berkisar antara nilai 0,4-4,7 kg BOD/m³.hari (Ebie kunio, 1995). Ditetapkan beban BOD yang digunakan berdasarkan Nusa Said (2002) yaitu 1,5 kg BOD/m³.hari.

Beban BOD dalam air buangan
 $= 0,072 \text{ m}^3/\text{hari} \times 260,15 \text{ g/m}^3 = 18,73 \text{ gr/hari} = 0,018 \text{ kg/hari}$.

Volume media yang diperlukan = 0,018 kg/hari / 1,5 kg BOD/m³.hari = 0,012 m³

Volume media yang diperlukan = 57 % dari total volume reaktor (Nusa Said, 2001).

Volume reaktor yang diperlukan = $100/57 \times 0,012 \text{ m}^3 = 0,021 \text{ m}^3 = 21 \text{ L}$

Waktu tinggal di dalam reaktor

$= \text{Volume}/Q$
 $= (0,021 \text{ m}^3 \times 24 \text{ jam/hari}) / 0,072 \text{ m}^3/\text{hari} = 7 \text{ jam}$

2. Biofilter Aerobik

$BOD_{\text{Masuk Biofilter}} = 104,06 \text{ mg/L}$

Efisiensi = 50 % (Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. Said, 2002)

$BOD_{\text{Keluar Biofilter}} = 104,06 \text{ mg/L} - (0,6 \times 104,06 \text{ mg/L}) = 52,03 \text{ mg/L}$

$Q_{\text{rata-rata}} = 0,072 \text{ m}^3/\text{hari}$

Beban BOD dalam air buangan = $0,072 \text{ m}^3/\text{hari} \times 104,06 \text{ g/m}^3 = 7,5 \text{ g/hari}$
 $= 0,0075 \text{ kg/hari}$

Volume media yang diperlukan = $0,0075 \text{ kg/hari} / 1 \text{ kg BOD/m}^3 \cdot \text{hari} = 0,0075 \text{ m}^3$

Volume reaktor yang diperlukan = $100/57 \times 0,0075 \text{ m}^3 = 0,013 \text{ m}^3 = 13 \text{ L}$
Waktu tinggal di dalam reaktor
= Volume/Q
= $(0,013 \text{ m}^3 \times 24 \text{ jam/hari})/0,072 \text{ m}^3/\text{hari}$
= 4,33 jam

Perhitungan Jumlah Media

Spesifikasi media yang akan digunakan :

- Bioring
Karakteristik:
Bahan : bioring berpori
Bentuk : Tabung
Warna : putih
Diameter : 1,7 cm
Volume : $13,62 \text{ cm}^3$

1. Reaktor Anaerob

Volume reaktor = 21000 cm^3
Volume media = $57/100 \times$
volume reaktor (Nusa Said, 2001)
= $57/100 \times 21000 \text{ cm}^3 = 11970 \text{ cm}^3$
Jumlah (n) Bioring = $V \text{ media} / V \text{ Bioring}$
= $11970 \text{ cm}^3 / 13,62 \text{ cm}^3 = 878,85$
buah = 879 buah

2. Reaktor Aerob

Volume reaktor = 13000 cm^3
Volume media = $57/100 \times$
volume reaktor (Nusa Said, 2001)
= $57/100 \times 13000 \text{ cm}^3 = 7410 \text{ cm}^3$
Jumlah (n) bioring
= $V \text{ media} / V \text{ Bioring}$
= $7410 \text{ cm}^3 / 13,62 \text{ cm}^3$
= 544,05 buah = 545 buah

Penelitian terbagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan penelitian, dan analisis data. Pada tahap persiapan dilakukan desain reaktor meliputi dimensi dan persiapan media filter. Tahap selanjutnya tahap *seeding* &

aklimatisasi dan *running* (tahap pelaksanaan) .

Sebelum digunakan dalam proses pengolahan air limbah, dengan media biofilter bioring, terlebih dulu dilakukan proses *Seeding* selama 2 minggu. *Seeding* dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah dan starter (bibit mikroba) secara kontinue ke dalam reaktor yang telah berisi biofilter random untuk aklimatisasi. Menurut penelitian sebelumnya, EM4 dapat di pakai sebagai starter (Ilman, 2013).

Seeding aklimatisasi

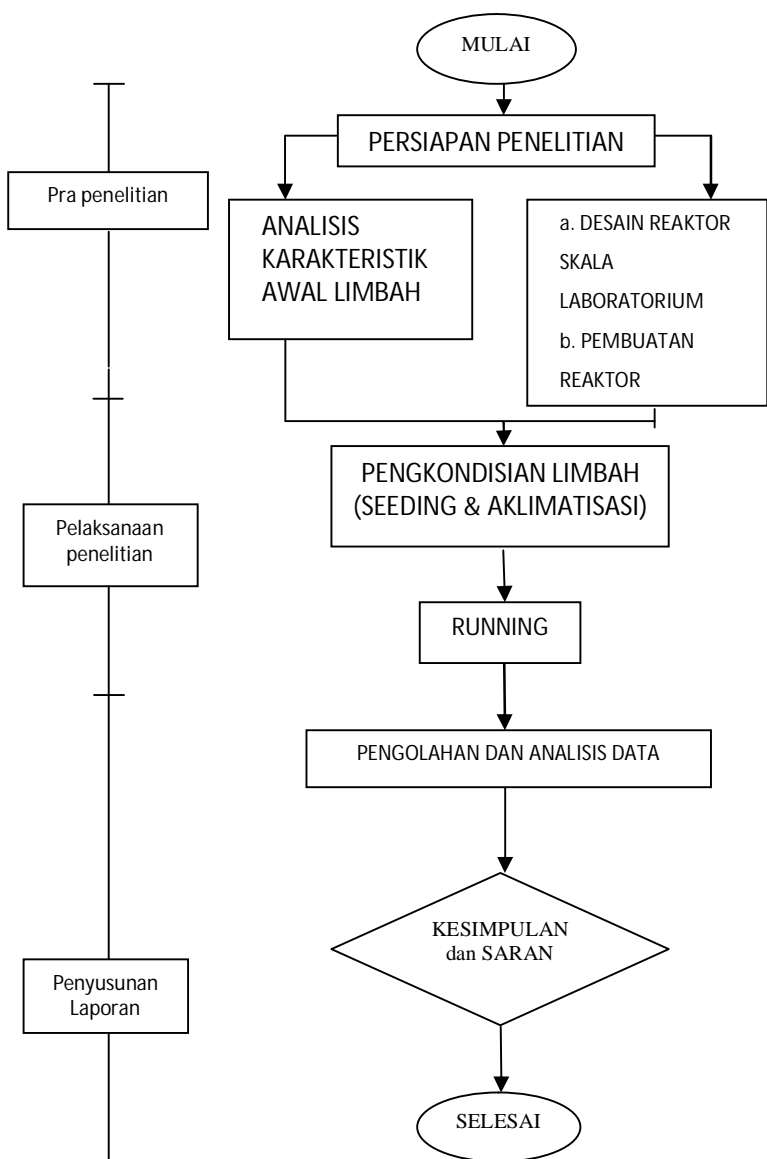
Proses seeding dan aklimatisasi dilakukan sambil menganalisis kadar COD air limbah setiap hari nya. Menurut Pohan (2006:49) Jika efisiensi penurunan COD konstan atau tidak mengalami perubahan signifikan (sekitar 14 hari) maka proses seeding dan aklimatisasi selesai yang berarti permukaan bioring telah diselimuti mikroorganisme dan siap dipakai untuk penelitian. Namun pada penelitian ini proses seeding dan aklimatisasi selama 17 hari dengan besar efisiensi penyisihan COD sebesar 81,08% pada hari ke 17.

Running

Setelah pembibitan mikroba berhasil dilaksanakan, maka penelitian siap dilaksanakan. Air limbah dimasukkan ke dalam tangki pengendap awal kemudian dialirkan ke reaktor (bak ekualisasi, reaktor anaerob, reaktor aerob, dan bak pengendap akhir). Parameter BOD dan COD pada masing masing reaktor

diukur pada masing masing dengan memvariasikan waktu tinggal yaitu 5,67 jam (340 menit), 11,33 jam (680 menit), 22,67 jam (1360 menit), 37,77 jam (2266 menit) , dan 56,67 jam (3400 menit).

Tahap penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.

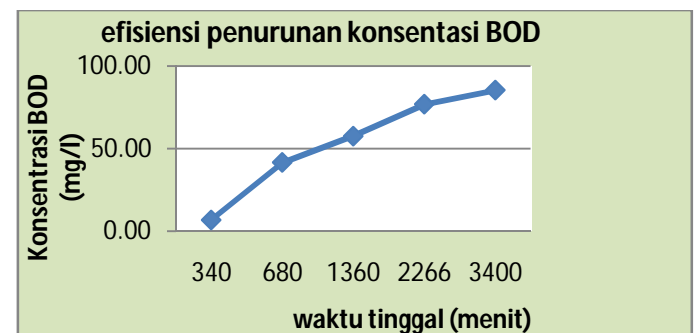


ANALISIS DAN PEMBAHASAN

a. Parameter BOD

Hasil analisis konsentrasi BOD pada 5 variasi waktu tinggal di masing masing reactor serta efisiensi pengyisihan BOD nya dapat dilihat pada table dan grafik berikut ini.

Td (menit)	KONSENTRASI				efisiensi
	1	2	3	4	
340	266.75	239.80	245.85	248.60	6.80
680	260.70	255.75	189.75	152.35	41.56
1360	245.85	219.45	173.80	104.5	57.49
2266	255.20	244.20	90.75	59.40	76.72
3400	272.25	279.95	100.65	40.15	85.25



Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa waktu tinggal berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan BOD. Semakin banyak waktu tinggal, semakin lama pula limbah terkontak dengan biological film bakteri yang terbentuk pada media bioring, maka semakin tinggi pula efisiensi penyisihannya.

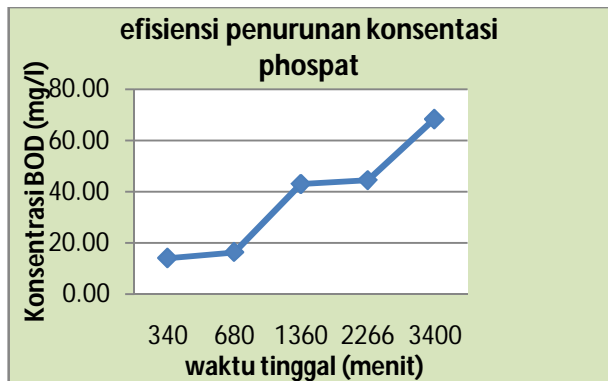
Penyisihan BOD pada waktu tinggal 340 menit tidak memiliki efisiensi yang berarti yaitu 6,8%. Hal ini dikarenakan limbah didalam reactor mengalir terlalu cepat sehingga biofilm

'belum sempat' memakan limbah tersebut. Sedangkan pada waktu tinggal 3400 menit, reactor biofilm dapat menyisihkan pencemar BOD dengan angka yang cukup memuaskan yaitu 85,25%

b. Parameter Phospat

Hasil analisis konsentrasi BOD pada 5 variasi waktu tinggal di masing masing reactor serta efisiensi pengyisihan BOD nya dapat dilihat pada table dan grafik berikut ini.

Td (menit)	KONSENTRASI				efisiensi
	1	2	3	4	
340	5.008	5.187	4.474	4.296	14.22
680	5.543	5.365	5.543	4.625	16.56
1360	5.365	5.008	3.939	3.048	43.19
2266	5.187	4.652	3.583	2.87	44.67
3400	5.721	4.830	3.226	1.8	68.54



Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin banyak waktu tinggal, maka semakin tinggi pula konsentrasi phospat yang mampu disisihkan.

Pada waktu tinggal 340 menit reactor pengolahan limbah ini mampu

menurunkan parameter phospat dengan efisiensi 14,22%. Sedangkan pada waktu tinggal 3400 menit, reactor biofilm dapat menyisihkan pencemar phospat sebanyak 68,54%

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Terjadinya Penurunan konsentrasi BOD, dan phospat yang di tunjukkan pada pengukuran pada masing masing reaktor biofilter tercelup anaerob- aerob yang menggunakan media bioring, sehingga konsentrasi dari BOD, dan phospat pada efluentnya berada pada Kondisi di bawah baku mutu.
2. Adanya pengaruh lama kontak terhadap penurunan kadar BOD dan phospat. Semakin lama waktu tinggal biofilter, semakin besar pula efisiensi yang di hasilkan. Dengan 5 variasi waktu tinggal yaitu 340, 680, 1360, 2266, dan 3400 menit dapat menurunkan konsentrasi BOD masing masing sebesar 6,8%, 41,56%, 57,49%, 76,72% dan 85,25% sedangkan pada Phospat yaitu masing masing sebesar 14,22%, 16,56%, 43,19%, 44,67%, dan 68,54%.

SARAN

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penelitian ini dengan memvariasikan jenis media yang dipakai
2. Pada penelitian dengan menggunakan limbah kuah bakso, perlu dilakukan pre-treatment untuk menyisihkan lemak dan padatan

tersuspensi agar mengurangi penyumbatan pada selang yang dapat mengakibatkan berubahnya debit pada selang infuse

3. Diperlukan adanya pengolahan lanjutan setelah proses pengolahan biofilter untuk mengurangi parameter kekeruhan (warna) yang tidak dapat dihilangkan dari proses biofilm

DAFTAR PUSTAKA

Apriadi, Tri. 2008. *Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air sebagai Bioremediator dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organik Limbah Kantin*. IPB. Bogor. Skripsi

Djajadiningrat, 1992, “*Pengendalian Pencemaran Limbah Industri*”, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Perencanaan, ITB, Bandung.

Herlambang, Arie dan Nusa Idaman Sahid. 2010. *Penurunan Kadar Zat Organik dalam Air Sungai Biofilter Tercelup Struktur Sarang Tawon*. Jurnal. Jakarta : Pusat Teknologi Lingkungan BPPT

<http://guideceramics.win.mofcom.gov.cn>

diakses pada 20 Juni 2013

<http://id.wikipedia.org/wiki/Biofilm>

diakses pada 20 Juni 2013

Indriani, Tika. 2009. **Studi Efisiensi Paket Pengolahan Grey Water Model Kombinasi ABR-Anaerobic Filter**. Tugas Akhir. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS.

Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment And Reuse*. 4th edition. New York: Mc Graw Hill.

Modul Praktikum Laboratorium Lingkungan Teknik. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro. 2009

Modul Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan Kementerian Kesehatan RI

Nurhasmawati, Pohan. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik*. Laporan thesis. Medan : Program Studi Teknik Kimia USU

Parasmita, Nusye. 2012. *Pengolahan air lindi dengan proses kombinasi biofilter anaerob-aerob dan wetland*. Tugas Akhir. Semarang : Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP

Said. 2000. *Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup*. Jurnal. Jakarta : Direktorat Teknik Lingkungan BPP Teknologi

Sani, Elly. 2006. *Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Aerob*. Laporan Thesis . Semarang : Program Magister Ilmu Lingkungan

Sitinjak, B.AD. 2011. *Analisa Kinerja Horizontal Bio-Ball Filter*

- untuk Pengolahan “Grey Water”(Limbah Domestik). Skripsi. Surabaya : Program Studi Teknik Lingkungan ITS
- Sudarno.2012.Perkembangan biofilm nitrofikasi di fixed bed reactor pada salinitas tinggi. Laporan thesis. Semarang:Program Studi Teknik Lingkungan UNDIP
- Utomo, K. 2002. *Penyisihan COD, BOD, TSS, Ammonia Menggunakan Proses Biofilter Tercelup dengan Media Bioball secara Aerob (Studi Kasus Air Limbah Domestik Waduk Setiabudi Jakarta Selatan)*. Tugas Akhir. Semarang: Jurusan Teknik Lingkungan UNDIP.
- Warlina, 2004. **Pencemaran Air, Sumber, Dampak dan Penanggulangannya**, Institut Pertanian Bogor, http://rudycr.com/PPS702-ipb/08234/lina_warlina.pdf diakses 10 November 2010.
- Widyaningsih,Vini. 2011. *Pengolahan limbah cair Kantin Yongma*. Skripsi. Jakarta : Program Studi Teknik Lingkungan
- Yusron. 2009. Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Biofilm Bakteri Pereduksi Sulfat. Laporan Thesis. Bogor : Sekolah Pasca Sarjana IPB